

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-270092

(43)Date of publication of application : 02.10.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/01  
B41J 2/045  
B41J 2/055  
H01L 41/09

(21)Application number : 2000-020824

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 28.01.2000

(72)Inventor : HOSONO SATOSHI  
TERAMAE HIROFUMI  
NAKAMURA YUICHI

(30)Priority

Priority number : 11023310

Priority date : 29.01.1999

Priority country : JP

11334733

25.11.1999

2000012300

20.01.2000

JP

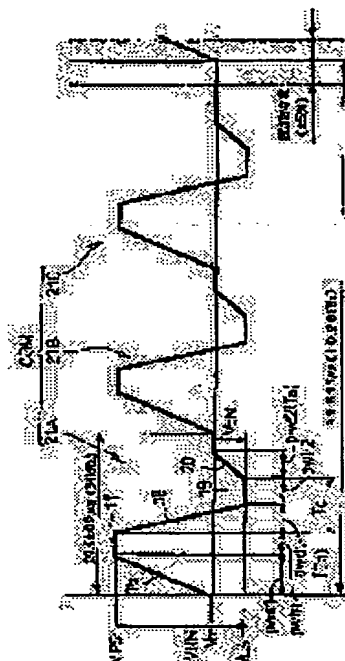
JP

(54) ACTUATOR APPARATUS, INK JET TYPE RECORDING APPARATUS AND RECORDING MEDIUM WHEREIN PROGRAM FOR DRIVING THEM IS STORED

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an actuator apparatus enabling improvement in the yield thereof.

**SOLUTION:** A drive signal of an ink jet type recording apparatus being one example of the actuator apparatus is made to comprise a discharge element 18 changing from an expansion potential VPS to a contraction potential VLS and making a pressure chamber in an expanded state contract to discharge an ink droplet, a second hold element 19 holding the contraction potential to hold the contracted state of the pressure chamber and a damping element 20 changing from the contraction potential to an intermediate potential  $V_m$  and making the pressure chamber held in the contracted state by the second hold element expand and return to a steady state. An added-up value of an impression time  $pwd1$  of the discharge element and an impression time  $pwh2$  of the second hold element is conformed to the free oscillation period  $T_c$  of a cavity.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of

22.10.2002

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3405309

[Date of registration] 07.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection] 2002-22628

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection] 21.11.2002

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-270092

(P2001-270092A)

(43) 公開日 平成13年10月2日 (2001.10.2)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テラコト\* (参考)

B 4 1 J 2/01

B 4 1 J 3/04

1 0 1 Z 2 C 0 5 6

2/045

1 0 3 A 2 C 0 5 7

2/055

H 0 1 L 41/08

K

H 0 1 L 41/09

U

審査請求 有 請求項の数22 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-20824(P2000-20824)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(22) 出願日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(72) 発明者 細野 聡

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(31) 優先権主張番号 特願平11-23310

(32) 優先日 平成11年1月29日 (1999.1.29)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(72) 発明者 寺前 浩文

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(31) 優先権主張番号 特願平11-334733

(32) 優先日 平成11年11月25日 (1999.11.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

(31) 優先権主張番号 特願2000-12300(P2000-12300)

(32) 優先日 平成12年1月20日 (2000.1.20)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

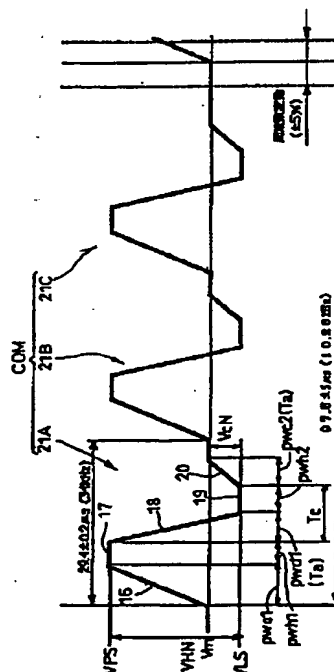
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ装置及びインクジェット式記録装置、およびそれらを駆動させるためのプログラムが格納された記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 アクチュエータ装置の歩留まりのさらなる向上が図れるアクチュエータ装置を提供する。

【解決手段】 アクチュエータ装置の一例であるインクジェット式記録装置の駆動信号には、膨張電位VPSから収縮電位VLSまで変化し、膨張状態の圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素18と、収縮電位を保持して圧力室の収縮状態を保持する第2ホールド要素19と、収縮電位から中間電位Vmまで変化し、第2ホールド要素によって収縮状態を保持された圧力室を定常状態に膨張復帰させる制振要素20とを含ませ、吐出要素の印加時間p w d 1と第2ホールド要素の印加時間p w h 2の加算値を、キャピティの固有振動周期Tcに合わせた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動信号により変形する圧電振動子、圧電振動子の変形に伴ってよって膨張・収縮される圧力室、及びこの圧力室に連通したノズル開口部を含む記録ヘッドと、駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号を圧力発生素子に印加することにより圧力室を膨張・収縮させ、ノズル開口部からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、前記駆動信号には、前記圧力室の体積を膨張、収縮させる膨張電位から収縮電位まで変化し、膨張状態の圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素と、前記収縮電位を保持して圧力室の収縮状態を保持する収縮ホールド要素と、前記収縮電位から中間電位まで変化し、前記収縮ホールド要素によって収縮状態を保持された圧力室を定常状態に膨張復帰させる制振要素とを含ませ、吐出要素の印加時間と収縮ホールド要素の印加時間の加算値を、圧力室の固有振動周期に合わせ、吐出要素の印加時間を規定する吐出印加時間情報を吐出時間識別情報と対応させて複数種類保持する吐出時間情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される吐出時間識別情報を記憶する吐出時間識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、吐出時間識別情報記憶手段に記憶された吐出時間識別情報を参照し、この吐出時間識別情報により規定される印加時間の吐出要素を含む駆動信号を発生することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 2】 収縮ホールド要素の印加時間を規定する収縮保持時間情報を収縮保持時間識別情報と対応させて複数種類保持する収縮保持時間情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される収縮保持時間識別情報を記憶する収縮保持時間識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、収縮保持時間識別情報記憶手段に記憶された収縮保持時間識別情報を参照し、この収縮保持時間識別情報により規定される印加時間の第 2 ホールド要素を含む駆動信号を発生することを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 3】 前記収縮電位から中間電位までの電位差を変更できるように構成したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 4】 収縮電位から中間電位までの電位差を規定する制振電圧情報を制振電圧識別情報と対応させて複数種類保持する制振電圧情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される制振電圧識別情報を記憶する制振電圧識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、制振電圧識別情報記憶手段に記憶された制振電圧識別情報を参照し、この制振電圧識別情報により規定される電位差に設定した駆動信号を発生することを特徴とする請求項 3 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 5】 前記駆動信号は同一駆動周期内に同一重

量のインク滴を複数回連続して吐出させる駆動信号であることを特徴とする請求項 4 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 6】 駆動信号により変形する圧電振動子、圧電振動子の変形に伴ってよって膨張・収縮される圧力室、及びこの圧力室に連通したノズル開口部を含む記録ヘッドと、駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号を圧力発生素子に印加することにより圧力室を膨張・収縮させ、ノズル開口部からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、前記駆動信号には、前記圧力室の体積を膨張、収縮させる膨張電位から収縮電位まで変化し、膨張状態の圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素と、前記収縮電位を保持して圧力室の収縮状態を保持する収縮ホールド要素と、前記収縮電位から中間電位まで変化し、前記収縮ホールド要素によって収縮状態を保持された圧力室を定常状態に膨張復帰させる制振要素とを含ませ、前記駆動信号の各要素のいずれか一つまたは複数の要素にまたがって記録ヘッドの固有の値である固有情報を割り当て、前記記録ヘッドの固有情報を記憶する識別情報記憶部とを設け、駆動信号発生部は、前記識別情報記憶部に記憶された識別情報を参照し、この識別情報により規定された要素を含む駆動信号を発生することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 7】 前記固有情報が前記圧電振動子の固有振動周期を含む情報であることを特徴とする請求項 6 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 8】 前記固有情報がキャピティの固有振動周期を含む情報であることを特徴とする請求項 6 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 9】 前記固有情報がメニスカスの固有振動周期を含む情報であることを特徴とする請求項 6 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 10】 前記固有情報が圧電振動子の固有振動周期およびキャピティの固有振動周期の両方を含む情報であることを特徴とする請求項 6 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 11】 前記固有情報が請求項 7 から 10 項のいずれか 1 項に記載の固有振動周期のハーモニクスまたはサブハーモニクスに相当する情報を含む情報であることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 12】 前記駆動信号発生部はプログラム可能に波形を形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 13】 駆動信号により動作可能なアクチュエータを有するアクチュエータ装置であって、前記駆動信号の各要素のいずれか、または複数の要素に前記アクチュエータ装置を構成する構成物の固有情報を割り当て、前記固有情報を記憶する識別情報記憶部とを設け、駆動信号発生部はプログラム可能に前記駆動信号を形成し、

さらに前記識別情報記憶部に記憶された識別情報を参照し、この識別情報により規定された要素を含む駆動信号で駆動されることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項 14】 前記アクチュエータ装置は、前記駆動信号の各要素のいずれか一つまたは複数の要素にまたがって記録ヘッドの固有の値である固有情報を割り当てて生成された駆動信号で駆動されることを特徴とする請求項 13 に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 15】 前記固有情報は前記アクチュエータ装置を構成する構成物の固有振動周期であることを特徴とする請求項 13 または請求項 14 に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 16】 前記固有情報は前記アクチュエータを構成する構成物の固有振動周期であることを特徴とする請求項 13 または請求項 14 に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 17】 前記固有情報はアクチュエータの固有振動周期であることを特徴とする請求項 13 または請求項 14 に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 18】 前記固有情報が請求項 15 から請求項 17 いずれか 1 項に記載の固有振動周期のハーモニクスまたはサブハーモニクスに相当する情報を含む情報であることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 19】 少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実現されて、前記コンピュータシステムに請求項 13 に記載のアクチュエータ装置を駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体。

【請求項 20】 少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステム上で動作する第 2 のプログラムを制御する命令が含まれており、前記コンピュータシステムによって実行されて、前記第 2 のプログラムを制御して、前記コンピュータシステムに請求項 13 に記載のアクチュエータを駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体。

【請求項 21】 少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実現されて、前記コンピュータシステムに請求項 1 から請求項 11 いずれかに記載のインクジェット式記録装置を駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体。

【請求項 22】 少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステム上で動作する第 2 のプログラムを制御する命令が含まれており、前記コンピュータシステムによって実行されて、前記第 2 のプログラムを制御して、前記コンピュータシステムに請求項 1 から請求項 11 いずれかに記載のインクジェット式記録装置を駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

# 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、駆動信号を用いて駆動されるアクチュエータ装置及びインクジェットプリンタに代表されるインクジェット式記録装置、およびそれらを駆動させるためのプログラムが格納された記録媒体に関する。

# 【0002】

【従来の技術】 駆動信号を用いて駆動するアクチュエータ装置は様々な用途に適用されている。例えば駆動信号を用いて駆動するアクチュエータ装置の一形態であるインクジェットプリンタ等のインクジェット式記録装置に用いられるインクジェット記録ヘッドには、例えば、キャピティ（圧力室）を圧電振動子の変形によって膨張・収縮させ、このキャピティの膨張・収縮によりノズル開口部からインク滴を吐出させるものが知られている。

【0003】 この種の記録ヘッドは、解像度が例えば 720 dpi や 1440 dpi と極めて高いため、 $\mu\text{m}$  単位の非常に高い加工精度が要求される。

【0004】 そして、この記録ヘッドでは、取付誤差による圧電振動子の自由端部分の基準長さからのずれや、圧電振動子及びキャピティの加工精度等により、記録ヘッド毎のインク滴の吐出特性にばらつきが生じてしまう。そこで、記録ヘッド毎に最適な駆動電圧を設定することでばらつきを補正し、インク滴の吐出特性を描いている。これにより、記録ヘッドの品質を安定させ、歩留まりの向上を図っている。

【0005】 また、アクチュエータの 1 形態であるインクジェットヘッドを駆動させる駆動信号発生装置として、環境温度に応じて駆動信号が異なる駆動信号をプログラム可能に発生させることで記録ヘッド毎のばらつきを補正できる駆動信号生成装置が日本国特許第 2940542 号に開示されている。

# 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、各種の駆動信号を用いるアクチュエータを好適な駆動信号で駆動できるアクチュエータ装置を提供することを目的とする。

【0007】 また、アクチュエータ装置の特性にばらつきがある場合でも柔軟に駆動信号を設定することができ、柔軟性の高いアクチュエータ装置を提供することを目的とする。

【0008】 さらにアクチュエータを正確かつ精密に駆動させることが必要なインクジェット式記録装置を持つ、インクジェット記録装置の製造の歩留まりを向上させることを特徴とする。

# 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記目的を達成するために提案されたものであり、本発明に記載のものは、駆動信号により変形する圧電振動子、圧電振動子の変形に伴ってよって膨張・収縮される圧力室、及びこ

の圧力室に連通したノズル開口部を含む記録ヘッドと、駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号を圧力発生素子に印加することにより圧力室を膨張・収縮させ、ノズル開口部からインク滴を吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、前記駆動信号には、前記圧力室の体積を膨張、収縮させる膨張電位から収縮電位まで変化し、膨張状態の圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素と、前記収縮電位を保持して圧力室の収縮状態を保持する収縮ホールド要素と、前記収縮電位から中間電位まで変化し、前記収縮ホールド要素によって収縮状態を保持された圧力室を定常状態に膨張復帰させる制振要素とを含ませ、吐出要素の印加時間と収縮ホールド要素の印加時間の加算値を、圧力室の固有振動周期に合わせ、吐出要素の印加時間を規定する吐出印加時間情報を吐出時間識別情報と対応させて複数種類保持する吐出時間情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される吐出時間識別情報を記憶する吐出時間識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、吐出時間識別情報記憶手段に記憶された吐出時間識別情報を参照し、この吐出時間識別情報により規定される印加時間の吐出要素を含む駆動信号を発生することを特徴とするインクジェット式記録装置である。

【0010】さらに、収縮ホールド要素の印加時間を規定する収縮保持時間情報を収縮保持時間識別情報と対応させて複数種類保持する収縮保持時間情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される収縮保持時間識別情報を記憶する収縮保持時間識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、収縮保持時間識別情報記憶手段に記憶された収縮保持時間識別情報を参照し、この収縮保持時間識別情報により規定される印加時間の第2ホールド要素を含む駆動信号を発生することを特徴とする。

【0011】また、前記収縮電位から中間電位までの電位差を変更できるように構成したことを特徴とする。

【0012】また、収縮電位から中間電位までの電位差を規定する制振電圧情報を制振電圧識別情報と対応させて複数種類保持する制振電圧情報記憶手段と、記録ヘッド毎に設定される制振電圧識別情報を記憶する制振電圧識別情報記憶手段とを設け、駆動信号発生手段は、制振電圧識別情報記憶手段に記憶された制振電圧識別情報を参照し、この制振電圧識別情報により規定される電位差に設定した駆動信号を発生することを特徴とする。

【0013】さらに、前記駆動信号は同一駆動周期内に同一重量のインク滴を複数回連続して吐出させる駆動信号であることを特徴とする。

【0014】また、駆動信号により変形する圧電振動子、圧電振動子の変形に伴って膨張・収縮される圧力室、及びこの圧力室に連通したノズル開口部を含む記録ヘッドと、駆動信号を発生する駆動信号発生手段とを備え、駆動信号を圧力発生素子に印加することにより圧力室を膨張・収縮させ、ノズル開口部からインク滴を

吐出させるようにしたインクジェット式記録装置において、前記駆動信号には、前記圧力室の体積を膨張、収縮させる膨張電位から収縮電位まで変化し、膨張状態の圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素と、前記収縮電位を保持して圧力室の収縮状態を保持する収縮ホールド要素と、前記収縮電位から中間電位まで変化し、前記収縮ホールド要素によって収縮状態を保持された圧力室を定常状態に膨張復帰させる制振要素とを含ませ、前記駆動信号の各要素のいずれか一つまたは複数の要素にまたがって記録ヘッドの固有の値である固有情報を割り当て、前記記録ヘッドの固有情報を記憶する識別情報記憶部とを設け、駆動信号発生部は、前記識別情報記憶部に記憶された識別情報を参照し、この識別情報により規定された要素を含む駆動信号を発生することを特徴とする。

【0015】さらに好ましくは、前記固有情報が前記圧電振動子の固有振動周期を含む情報であることを特徴とする。

【0016】また、前記固有情報がキャピティの固有振動周期を含む情報であることを特徴とする。

【0017】また、前記固有情報がメニスカスの固有振動周期を含む情報であることを特徴とする。

【0018】また、前記固有情報が圧電振動子の固有振動周期およびキャピティの固有振動周期の両方を含む情報であることを特徴とする。

【0019】さらに好ましくは、前記固有情報が上記記載の固有振動周期のハーモニクスまたはサブハーモニクスに相当する情報を含む情報であることを特徴とする。

【0020】さらに好ましくは、前記駆動信号発生部はプログラム可能に波形を形成することを特徴とする。

【0021】さらに上記インクジェット式記録装置を駆動させるために少なくとも1台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実現されて、前記コンピュータシステムに上記インクジェット式記録装置の駆動信号を生成させるために必要なプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象となる。

【0022】本願はさらに、駆動信号により動作可能なアクチュエータを有するアクチュエータ装置であって、前記駆動信号の各要素のいずれか、または複数の要素に前記アクチュエータ装置を構成する構成物の固有情報を割り当て、前記固有情報を記憶する識別情報記憶部とを設け、駆動信号発生部はプログラム可能に前記駆動信号を形成し、さらに前記識別情報記憶部に記憶された識別情報を参照し、この識別情報により規定された要素を含む駆動信号で駆動されることを特徴とするアクチュエータ装置である。

【0023】さらに、前記アクチュエータ装置は、前記駆動信号の各要素のいずれか一つまたは複数の要素にまたがって記録ヘッドの固有の値である固有情報を割り当

てて生成された駆動信号で駆動されることを特徴とする。

【0024】また、前記固有情報は前記アクチュエータ装置を構成する構成物の固有振動周期であることを特徴とする。

【0025】さらには、前記固有情報は前記アクチュエータを構成する構成物の固有振動周期であることを特徴とする。

【0026】また、前記固有情報はアクチュエータの固有振動周期であることを特徴とする。

【0027】また、前記固有情報が上記記載の固有振動周期のハーモニクスまたはサブハーモニクスに相当する情報を含む情報であることを特徴とする。

【0028】さらに上記アクチュエータを駆動させるために、少なくとも1台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実現されて、前記コンピュータシステムに上記アクチュエータ装置の駆動信号を生成させるために必要なプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象となる。

【0029】また、少なくとも1台のコンピュータを含むコンピュータシステム上で動作する第2のプログラムを制御する命令が含まれており、前記コンピュータシステムによって実行されて、前記第2のプログラムを制御して、前記コンピュータシステムに上記記載のアクチュエータを駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象である。

【0030】さらに、少なくとも1台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実現されて、前記コンピュータシステムに請求項1から請求項11いずれかに記載のインクジェット式記録装置を駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象となる。

【0031】また、少なくとも1台のコンピュータを含むコンピュータシステム上で動作する第2のプログラムを制御する命令が含まれており、前記コンピュータシステムによって実行されて、前記第2のプログラムを制御して、前記コンピュータシステムに請求項1から請求項11いずれかに記載のインクジェット式記録装置を駆動させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象となる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。本発明の実施の形態を、代表的なインクジェット式記録装置であるインクジェット式プリンタ（以下、プリンタという）を例に挙げて説明する。図1（a）に示すように、プリンタは、プリンタコントローラ1とプリントエンジン2とから概略構成してある。

【0033】プリンタコントローラ1は、外部インター

フェース3（以下、外部I/F3という。）と、各種データを一時的に記憶するRAM4と、制御プログラム等を記憶した制御ROM5と、CPU等を含んで構成した制御部6と、クロック信号を発生する発振回路7と、記録ヘッド8へ供給するための駆動信号（COM）を発生する駆動信号発生回路9と、駆動信号や、印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ（ビットマップデータ）等をプリントエンジン2に供給する内部インターフェース10（以下、内部I/F10という。）とを備えている。

【0034】外部I/F3は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部I/F3を通じてビジー信号（BUSY）やアクノレッジ信号（ACK）が、ホストコンピュータ等に対して出力される。

【0035】RAM4は、受信バッファ4A、中間バッファ4B、出力バッファ4C、及び、図示しないワークメモリとして機能する。そして、受信バッファ4Aは外部I/F3を介して受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ4Bは制御部6が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ4Cはドットパターンデータを記憶する。このドットパターンデータは、階調データをデコード（翻訳）することにより得られる印字データによって構成してある。

【0036】また、制御ROM5には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム（制御ルーチン）の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。

【0037】制御部6は、各種の制御を行う他、受信バッファ4A内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ4Bに記憶させる。また、中間バッファ4Bから読み出した中間コードデータを解析し、制御ROM5に記憶されているフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して、ドットパターンデータに展開する。そして、制御部6は、必要な装飾処理を施した後に、このドットパターンデータを出力バッファ4Cに記憶させる。

【0038】そして、記録ヘッド8の1回の主走査で記録可能な1行分のドットパターンデータが得られたならば、この1行分のドットパターンデータは、出力バッファ4Cから内部I/F10を通じて順次記録ヘッド8に出力される。また、出力バッファ4Cから1行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ4Bから消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。

【0039】駆動信号発生回路9は、図1（b）に示すように、駆動信号を構成する波形パターン情報等を記憶したROM11と、記録ヘッド8毎に設定されるID番号（後述）を記憶したEEPROM12と、EEPROM

10

20

30

40

50

M12に記憶されたID番号に基づいてROM11に記憶された波形パターン情報を参照し、この記録ヘッド8に適した一連の駆動信号を生成する駆動信号発生部13とを含んで構成してある。

【0040】駆動信号発生部13が発生する駆動信号(COM)は、例えば、図8に示すように、中間電位V<sub>m</sub>から膨張電位V<sub>PS</sub>まで一定の電圧勾配で電位を上昇する膨張要素16と、膨張電位V<sub>PS</sub>を保持する第1ホールド要素17と、膨張電位V<sub>PS</sub>から収縮電位V<sub>LS</sub>まで一定の電圧勾配で電位を下降する吐出要素18と、収縮電位V<sub>LS</sub>を保持する第2ホールド要素(収縮ホールド要素)19と、収縮電位V<sub>LS</sub>から中間電位V<sub>m</sub>まで一定の電圧勾配で電位を上昇する制振要素20とから構成したパルス信号21(21A, 21B, 21C)を3つ一連に接続した信号によって構成してある。

【0041】上記したROM11は、本願発明における吐出時間情報記憶手段、収縮保持時間情報記憶手段、制振時間情報記憶手段、制振電圧情報記憶手段、駆動電圧情報記憶手段として機能し、波形パターン情報として、吐出要素18の印加時間p<sub>wd1</sub>(吐出印加時間情報)と、第2ホールド要素19の印加時間p<sub>wh2</sub>(収縮保持時間情報)と、制振要素20の印加時間p<sub>wc2</sub>(制振時間情報)と、収縮電位V<sub>LS</sub>から中間電位V<sub>m</sub>までの電位差V<sub>cN</sub>(制振電圧情報)と、駆動電圧V<sub>HN</sub>(駆動電圧情報)とからなる項目の情報を記憶する。さらに、各項目の情報は、複数種類の印加時間や複数種類の電位差の情報から構成してあり、各数値情報をID番号に対応させた状態で保持してある。即ち、1つの情報に1つのID番号を付与した状態で保持してある。

【0042】また、EEPROM12は、本願発明における吐出時間識別情報記憶手段、収縮保持時間識別情報記憶手段、制振時間識別情報記憶手段、制振電圧識別情報記憶手段、駆動電圧識別情報記憶手段として機能し、吐出要素18用のID番号(吐出時間識別情報)と、第2ホールド要素19用のID番号(収縮保持時間識別情報)と、制振要素20用のID番号(制振時間識別情報)と、電位差V<sub>cN</sub>用のID番号(制振電圧識別情報)と、駆動電圧V<sub>HN</sub>用のID番号(駆動電圧識別情報)とについて、記録ヘッド8毎の設定値が記憶される。

【0043】そして、駆動信号発生部13は、本願発明における駆動信号発生手段として機能し、EEPROM12に記憶された吐出要素18用のID番号や第2ホールド要素19用のID番号等を参照して、これらのID番号で規定される駆動信号を発生する。

【0044】なお、ROM11やEEPROM12に記憶された情報、及び、駆動信号については、後で詳しく説明する。

【0045】プリントエンジン2は、紙送り機構23と、キャリッジ機構24と、記録ヘッド8とを含んで構

成してある。

【0046】紙送り機構23は、図2に示すように、紙送りモータ25と紙送りローラ26等から構成してあり、記録紙(記録媒体の一種)27を記録ヘッド8による記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構23は、記録紙27を副走査方向である記録紙送り方向に移動させる。

【0047】キャリッジ機構24は、記録ヘッド8及びインクカートリッジ29を搭載可能であってガイド部材30に移動自在に取り付けられたキャリッジ31と、駆動プーリー32と従動プーリー33との間に架け渡されると共にキャリッジ31に接続されたタイミングベルト34と、駆動プーリー32を回転させるパルスモータ35とを備えている。

【0048】このキャリッジ機構24では、パルスモータ35の作動により、記録紙27の幅方向に沿ってキャリッジ31を往復移動させる。即ち、キャリッジ31に搭載された記録ヘッド8を主走査方向に沿って移動させる。

【0049】次に、記録ヘッド8について説明する。図3に例示した記録ヘッド8は、例えばプラスチックからなる箱体状のケース38の収納室39内に歯状の圧電振動子40を一方の開口から挿入して歯状先端40aを他方の開口に臨ませ、この開口側のケース38の表面(下面)に流路ユニット41を接合するとともに、歯状先端40aをそれぞれ流路ユニット41の所定部位に当接固定することにより概略構成されている。

【0050】圧電振動子40は、圧電体42を挟んで共通内部電極43と個別内部電極44とを交互に積層した板状の振動子板を、ドット形成密度に対応させて歯状に切断して構成してあり、片持ち梁の状態になるように基端側部分を固定部材45に接合し、この固定部材45を収納室39の壁部に接合している。そして、共通内部電極43と個別内部電極44との間に電位差を与えることにより、各圧電振動子40の自由端部分、即ち、固定部材45との重合端から外側に突出した部分は、積層方向と直交する振動子長手方向に伸縮する。

【0051】流路ユニット41は、流路形成板47を間に挟んでノズルプレート48と弾性板49を両側に積層することにより構成されている。

【0052】流路形成板47は、ノズルプレート48に複数開設したノズル開口部50とそれぞれ連通して圧力室隔壁を隔てて列設された複数のキャビティ(圧力室)51と、各キャビティ51の少なくとも一端に連通する複数のインク供給部52が連通する細長い共通インク室53を形成した板材である。本実施形態では、シリコンウエハをエッチング加工することにより細長い共通インク室53を形成し、共通インク室53の長手方向に沿ってキャビティ51をノズル開口部50のピッチに合

せて形成し、各キャビティ51と共通インク室53との



間に溝状のインク供給部52を形成してある。なお、キャビティ51の一端にインク供給部52が接続し、このインク供給部52とは反対側の端部近傍でノズル開口部50が位置するように配置してある。また、共通インク室53は、インクカートリッジ29に貯留されたインクをキャビティ51に供給するための室であり、長手方向のほぼ中央にインク供給管54がする。

【0053】弾性板49は、ノズルプレート48とは反対側になる流路形成板47の他方の面に積層され、ステンレス板55上にPPS等の高分子体フィルムを弾性体膜56としてラミネート加工した二重構造である。そして、キャビティ51に対応した部分のステンレス板55をエッチング加工して圧電振動子40を当接固定するためのアイランド部57を形成する。

【0054】上記の構成を有する記録ヘッド8では、圧電振動子40を振動子長手方向に伸長させることにより、アイランド部57がノズルプレート48側に押圧され、アイランド部57周辺の弾性体膜56が変形してキャビティ51が収縮する。また、圧電振動子40を振動子長手方向に収縮させると、弾性体膜56の弾性によりキャビティ51が膨張する。そして、キャビティ51の膨張・収縮を制御することによりノズル開口部50からインク滴が吐出される。

【0055】そして、この記録ヘッド8における振動系は、図4に示す等価回路によって表すことができる。図4において、記号Mは単位長さあたりの媒質の質量であるイナータンス $[Kg/m^4]$ であり、Maは圧電振動子

$$T_c = 2\pi\sqrt{[(M_n \times M_s) / (M_n + M_s)] \times C_c} \dots (2)$$

さらに、ノズル開口部50のメニスカスに関わる等価回路は図5(c)のように表すことができ、同図からメニスカスの固有振動周期Tmは、次式(3)によって算出できることが知られている。ここで、メニスカスとは、ノズル開口部50で露出しているインクの自由表面のことである。

【0059】

$$T_m = 2\pi\sqrt{[(M_n + M_s) C_n]} \dots (3)$$

そして、本実施形態の記録ヘッド8では、 $T_a < T_c < T_m$ の関係が成立しており、メニスカスの固有振動周期Tmはキャビティ51の固有振動周期Tcの10倍程度となる。

【0060】次に、この記録ヘッド8の電気的構成及びインク滴を吐出させる制御について説明する。

【0061】この記録ヘッド8は、図1に示すように、シフトレジスタ60、ラッチ回路61、レベルシフト62、スイッチ63及び圧電振動子40等を備えている。さらに、図5に示すように、これらのシフトレジスタ60、ラッチ回路61、レベルシフト62、スイッチ63及び圧電振動子40は、それぞれ、記録ヘッド8の各ノズル開口部50毎に設けたシフトレジスタ素子60A~60N、ラッチ素子61A~61N、レベルシフト素子

\*40におけるイナータンス、Mnはノズル開口部50におけるイナータンス、Msはインク供給部52におけるイナータンスである。記号Rは媒質の内部損失であるレジスタンス $[N \cdot s/m^5]$ であり、Rnはノズル開口部50におけるレジスタンス、Rsはインク供給部52におけるレジスタンスである。記号Cは単位圧力あたりの容積変化であるコンプライアンス $[m^5/N]$ であり、Ccはキャビティ(圧力室)51におけるコンプライアンス、Caは圧電振動子40におけるコンプライアンス、Cnはノズル開口部50におけるコンプライアンスである。また、記号Pは圧電振動子40が経時的に発生する圧力、換言すれば、圧電振動子40に印加する電圧パルスを等価圧力に変換したものである。

【0056】そして、圧電振動子系の等価回路は図5(a)のように表すことができ、同図から圧電振動子40の固有振動周期Taは、次式(1)によって算出できることが知られている。そして、この式(1)に基づいて算出した固有振動周期Ta、即ち理論値は、本実施形態の記録ヘッド8では4μsであった。

$$T_a = 2\pi\sqrt{(M_a \cdot C_a)} \dots (1)$$

同様に、キャビティ51内のインクに関わる等価回路は図5(b)のように表すことができ、同図からキャビティ51の固有振動周期Tcは、次式(2)によって算出できることが知られている。そして、この式(2)に基づいて算出した固有振動周期Tc、即ち理論値は、本実施形態の記録ヘッド8では8.5μsであった。

【0058】

$$T_c = 2\pi\sqrt{[(M_n \times M_s) / (M_n + M_s)] \times C_c} \dots (2)$$

62A~62N、スイッチ素子63A~63N、圧電振動子40A~40Nから構成してある。

【0062】この記録ヘッド8でインク滴を吐出させるには、図6に示すように、制御部6は、発振回路7からのクロック信号(CK)に同期させて、印字データ(SI)を出力バッファ4Cからシリアル伝送させ、順次シフトレジスタ素子60A~60Nにセットさせる。全ノズル開口部50分の印字データがシフトレジスタ素子60A~60Nにセットされたならば、制御部6は、所定のタイミングでラッチ回路61、即ち、ラッチ素子61A~61Nへラッチ信号(LAT)を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ素子61A~61Nは、シフトレジスタ素子60A~60Nにセットされた印字データをラッチする。このラッチされた印字データは、電圧増幅器であるレベルシフト62、即ち、レベルシフト素子62A~62Nに供給される。

【0063】各レベルシフト素子62A~62Nは、印字データが例えば「1」の場合に、スイッチ63が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ63、即ち、スイッチ素子63A~63Nに印加され、スイッチ素子63A~63Nは、当該印字データに

より接続状態になる。また、印字データが例えば「0」の場合には、対応する各レベルシフト素子 62A~62N は昇圧を行わない。そして、各スイッチ素子 63A~63N には、駆動信号発生回路 9 からの駆動信号 (COM) が印加されており、スイッチ素子 63A~63N が接続状態になると、このスイッチ素子 63A~63N に接続された圧電振動子 40A~40N に駆動信号が供給される。

【0064】このように、印字データ「1」がセットされたノズル開口部 50 に対応する圧電振動子 40 には駆動信号が供給される。そして、圧電振動子 40 は駆動信号によって振動子長手方向に伸縮し、キャビティ 51 を膨張・収縮させる。このキャビティ 51 の膨張・収縮に伴ってノズル開口部 50 からはインク滴が吐出される。

【0065】一方、印字データ「0」がセットされたノズル開口部 50 に対応する圧電振動子 40 には駆動信号が供給されないため、キャビティ 51 の容積が定常状態で維持されてインク滴は吐出されない。

【0066】従って、ドットを記録させるノズル開口部 50 については印字データ「1」をセットし、ドットを記録させないノズル開口部 50 については印字データ「0」をセットすることにより、各ノズル開口部 50 毎にインク滴の吐出するかしないかを制御することができる。

【0067】次に、上記した駆動信号について詳細に説明する。図 7 及び図 8 に示すように、本実施形態の駆動信号は、第 1 パルス 21A、第 2 パルス 21B 及び第 3 パルス 21C を一連に接続した信号によって構成してある。そして、これらの第 1 パルス 21A、第 2 パルス 21B 及び第 3 パルス 21C を圧電振動子 40 に印加することにより、同一重量のインク滴を 3 回連続してノズル開口部 50 から吐出させてノーマルドットを記録紙 27 上に形成する。

【0068】これらの第 1 パルス 21A、第 2 パルス 21B 及び第 3 パルス 21C は、同一波形のパルスであるので、ここでは、第 1 パルス 21A について説明する。

【0069】この第 1 パルス 21A は、中間電位  $V_m$  から膨張電位  $V_{PS}$  まで一定の電圧勾配で電位を上昇して常態のキャビティ 51 (圧力室) を膨張させる膨張要素 16 と、膨張電位  $V_{PS}$  を保持してキャビティ 51 の膨張状態を維持する第 1 ホールド要素 17 と、膨張電位  $V_{PS}$  から収縮電位  $V_{LS}$  まで一定の電圧勾配で電位を下降して膨張状態のキャビティ 51 を収縮させてインク滴を吐出させる吐出要素 18 と、収縮電位  $V_{LS}$  を保持してキャビティ 51 の収縮状態を維持する第 2 ホールド要素 (収縮ホールド要素) 19 と、収縮電位  $V_{LS}$  から中間電位  $V_m$  まで一定の電圧勾配で電位を上昇し、第 2 ホールド要素 19 によって収縮状態を維持されたキャビティ 51 を常態に膨張復帰させる制振要素 20 とから構成してある。

【0070】上記の膨張要素 16 が圧電振動子 40 に印加されると、常態の圧電振動子 40 は振動子長手方向に収縮し、キャビティ 51 の容積を膨張させる。膨張要素 16 の印加が終了して第 1 ホールド要素 17 が圧電振動子 40 に印加されると、圧電振動子 40 の収縮状態が維持され、これに伴いキャビティ 51 の膨張状態も維持される。第 1 ホールド要素 17 の印加が終了して吐出要素 18 が圧電振動子 40 に印加されると、収縮状態の圧電振動子 40 は振動子長手方向に急激に伸長し、キャビティ 51 の容積を収縮させる。この収縮に伴ってキャビティ 51 内のインク圧力が急激に高まり、ノズル開口部 50 からインク滴が吐出する。吐出要素 18 の印加が終了して第 2 ホールド要素 19 が印加された後、制振要素 20 が印加されると、伸長状態にあった圧電振動子 40 が振動子長手方向に収縮し、常態の長さになる。これに伴い、収縮状態にあったキャビティ 51 が常態に膨張復帰する。このキャビティ 51 の膨張復帰によりキャビティ 51 内のインク圧力が減圧され、吐出要素 18 の印加によって大きく振動しようとするメニスカスの振動が減少される。

【0071】そして、本実施形態では、吐出要素 18 の印加時間  $pwd1$  と第 2 ホールド要素 19 の印加時間  $pwh2$  の加算値を、キャビティ (圧力室) 51 の固有振動周期  $T_c$  に合わせている。

【0072】また、吐出要素 18 の印加時間  $pwd1$  と制振要素 20 の印加時間  $pwc2$  は、共に圧電振動子 40 の固有振動周期  $T_a$  に合わせている。

【0073】ここで、吐出要素 18 の印加時間  $pwd1$  と第 2 ホールド要素 19 の印加時間  $pwh2$  の加算値を固有振動周期  $T_c$  に合わせた理由について説明する。

【0074】膨張要素 16 及び第 1 ホールド要素 17 の印加により収縮した圧電振動子 40 は、吐出要素 18 の印加により伸長する。この圧電振動子 40 の伸長により膨張状態のキャビティ 51 は急激に収縮し、これに伴いメニスカスも大きく振動する。このとき、メニスカスの振動はキャビティ 51 の収縮の影響を強く受けるので、その振動周期はキャビティ 51 の固有振動周期  $T_c$  となる。

【0075】この吐出要素 18 の印加開始に伴って固有振動周期  $T_c$  による大きな振動が開始し、膨張要素 16 及び第 1 ホールド要素 17 の印加によってキャビティ 51 内に引き込まれていたメニスカスがインク吐出方向に向かって移動する。そして、固有振動周期  $T_c$  で振動しているメニスカスは、インク吐出方向への移動開始から時間  $T_c/2$  経過後に移動方向が反転し、引き込み方向に移動する。その後、時間  $T_c$  経過後には、移動方向が再度反転し、メニスカスはインク吐出方向に移動しようとする。

【0076】ここで、吐出要素 18 の印加時間  $pwd1$  と第 2 ホールド要素 19 の印加時間  $pwh2$  の加算値を

10

20

30

40

50

固有振動周期 $T_c$ に合わせてあるので、吐出要素18の印加開始から時間 $T_c$ 経過後に制振要素20が印加される。この制振要素20の印加に伴って圧電振動子40が収縮してキャビティ51が膨張するので、キャビティ51内が負圧になりインク吐出方向へ移動しようとするメニスカスの移動力を低減させる。従って、メニスカスの振動が抑えられる。

【0077】このように、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ と第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ の加算値を固有振動周期 $T_c$ に合わせることで、メニスカスの振動を効果的に抑えることができる。

【0078】次に、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ 及び制振要素20の印加時間 $pwc2$ を、圧電振動子40の固有振動周期 $T_a$ に合わせた理由について説明する。

【0079】まず、印加時間 $pwd1$ 及び印加時間 $pwc2$ を、固有振動周期 $T_a$ よりも短くした場合には、吐出要素18や制振要素20の電圧変化に圧電振動子40の伸縮が追いつかなくなるという現象が生じる。即ち、吐出要素18や制振要素20の電圧変化に対して圧電振動子40の伸縮が追従しなくなってしまう。このため、圧電振動子40の伸縮が不安定になり、キャビティ51の膨張・収縮を制御することが困難になる。その結果、インク滴の吐出が不安定になってしまう。

【0080】一方、印加時間 $pwd1$ を固有振動周期 $T_a$ よりも長く設定した場合には、インク滴の飛行速度が低下したり、インク滴の量が正規の量よりも少なくなったりする。そして、インク滴の飛行速度の低下によりインク滴の着弾位置が正規の位置からずれてしまい、記録画像の画質の低下を招く。また、インク滴の量が少なくなった場合にもやはり記録画像の画質の低下を招く。また、印加時間 $pwc2$ を固有振動周期 $T_a$ よりも長く設定した場合には、キャビティ51の膨張速度が遅くなり制振の効果が弱くなってしまう。さらに、パルス信号に必要な時間も長くなってしまうので、これに伴い1ドットを形成するために必要な時間も長くなり、記録速度の低下を招いてしまう。

【0081】以上から、印加時間 $pwd1$ や印加時間 $pwc2$ を、固有振動周期 $T_a$ に合わせることで、圧電振動子40の伸縮制御を確実に行うことができる。これにより、必要なインク滴の飛行速度を確保することができ、記録速度を高速に維持することができる。

【0082】ところで、圧電振動子40や流路ユニット41等は、mm単位の微小な部品であり、 $\mu m$ 単位の微細な加工を行っているため、記録ヘッド8毎に特性のばらつきが生じてしまう。

【0083】例えば、固定部材45の重合端から突出する圧電振動子40の自由端部分の長さが、接合時の極く僅かな位置ずれによって記録ヘッド8毎にばらついてしまい、このばらつきによって固有振動周期 $T_a$ が異なってしまう。また、加工精度に基づくキャビティ51の寸

法公差等によって固有振動周期 $T_c$ が記録ヘッド8毎にばらついてしまう。

【0084】本実施形態では、このような記録ヘッド8毎のばらつきを、駆動信号における駆動電圧 $V_{HN}$ （膨張電位 $V_{PS}$ から収縮電位 $V_{LS}$ までの電位差）、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ 、第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ 、制振要素20の印加時間 $pwc2$ 、収縮電位 $V_{LS}$ から中間電位 $V_m$ までの電位差 $V_{cN}$ を変更することによって補正するように構成してある。

【0085】以下、このばらつき補正について説明する。

【0086】図9は、駆動信号発生回路9のROM11に記憶された波形パターン情報の一部を説明する図であり、図9(a)は吐出要素18の印加時間 $pwd1$ （吐出印加時間情報）と対応するID番号（吐出時間識別情報）を説明する図、図9(b)は第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ （収縮保持時間情報）と対応するID番号（収縮保持時間識別情報）を説明する図である。

【0087】まず、これらの図を参照して、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ と第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ の補正について説明する。

【0088】吐出要素18の印加時間 $pwd1$ に関し、本実施形態では、 $3.5\mu s$ から $4.5\mu s$ まで $0.1\mu s$ ステップで設定できるように構成してある。そして、理論値である $4\mu s$ にはID番号「0」を付与しており、最も短い印加時間である $3.5\mu s$ にはID番号「1」を付与してある。以後は、印加時間の短い順にID番号を付与してあり、最も長い印加時間である $4.5\mu s$ にはID番号「B」を付与してある。

【0089】同様に、第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ に関し、本実施形態では、 $3.1\mu s$ から $6.1\mu s$ まで $0.2\mu s$ ステップで設定できるように構成してある。そして、理論値である $4.5\mu s$ にはID番号「0」を付与してあり、最も短い印加時間である $3.1\mu s$ にはID番号「1」を付与してある。以後は、印加時間の短い順にID番号を付与してあり、最も長い印加時間である $6.1\mu s$ にはID番号「10」を付与してある。

【0090】上記したように、本実施形態では、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ と第2ホールド要素19の印加時間 $pwh2$ の加算値をキャビティ51の固有振動周期 $T_c$ に合わせてあり、さらに、吐出要素18の印加時間 $pwd1$ は、圧電振動子40の固有振動周期 $T_a$ に合わせてある。そして、固有振動周期 $T_c$ の理論値は $8.5\mu s$ であり、固有振動周期 $T_a$ の理論値は $4\mu s$ である。

【0091】従って、実測した固有振動周期 $T_a$ 及び実測した固有振動周期 $T_c$ が理論値通りの記録ヘッド8の場合には、第1ホールド要素17に対応するID番号を「0」、第2ホールド要素19に対応するID番号を

「0」とし、これらのID番号を、駆動信号発生回路9のEEPROM12（吐出時間識別情報記憶手段及び収縮保持時間識別情報記憶手段）に記憶する。そして、駆動信号発生部13（駆動信号発生手段）は、EEPROM12に記憶されたID番号を参照し、吐出要素18の印加時間pwd1を4 $\mu$ sに設定すると共に第2ホールド要素19の印加時間pwh2を4.5 $\mu$ sに設定し、印加時間pwh2の加算値を、固有振動周期Tcの理論値である8.5 $\mu$ sとした駆動信号（COM）を発生する。

【0092】なお、固有振動周期Taの実測は、レーザ変位計を用いて圧電振動子40の振動状態を観察することで行った。また、圧電振動子40に電圧を印加した際に生じる逆起電力を測定することによっても固有振動周期Taを実測することができる。固有振動周期Tcの実測は、圧電振動子40に正弦波状の入力信号を加え、その時のノズル開口部50におけるメニスカスの挙動を入力に同期させて発光するストロボスコープを用いて観察することによって行った。即ち、周波数を変えながら入力信号を印加し、特定の周波数に対してインクメニスカスが大きく振動することを確認することにより固有振動周期Tcを測定した。また、通常駆動によるインク吐出後のインクメニスカスの残留振動を観察することによっても測定することができる。

【0093】一方、実測した固有振動周期Taが理論値からずれた4.2 $\mu$ sであり、実測した固有振動周期Tcが理論値通りの8.5 $\mu$ sであった場合には、吐出要素18に対応するID番号を「8」とする。また、第2ホールド要素19のID番号は、固有振動周期Tcの実測値8.5 $\mu$ sから固有振動周期Taの実測値である4.2 $\mu$ sを減算した時間4.3 $\mu$ sに対応するID番号の「7」とする。これらのID番号は、駆動信号発生回路9のEEPROM12に記憶する。

【0094】そして、駆動信号発生部13は、EEPROM12に記憶されたID番号を参照し、吐出要素18の印加時間pwd1を4.2 $\mu$ sに設定すると共に第2ホールド要素19の印加時間pwh2を4.3 $\mu$ sに設定した駆動信号を発生する。

【0095】さらに、実測した固有振動周期Taが理論値から大きく外れた3.5 $\mu$ sであり、実測した固有振動周期Tcも理論値から外れた9.5 $\mu$ sの記録ヘッド8であった場合には、吐出要素18に対応するID番号を「1」とし、第2ホールド要素19のID番号を「10」とすることにより、記録ヘッド8に最適な波形の駆動信号を供給することができる。

【0096】また、上記例では実測した固有振動周期Taおよび実測した固有振動周期Tc共に図9で記載の範囲内（pwd=3.5 $\mu$ s～4.5 $\mu$ s、pwh2=3.1～6.1）の例を示したが、この範囲より割り当てるべき固有値がはずれるような場合は適宜図9に相当

する表を調整すること等により本発明を実現できるのは明らかである。

【0097】このように、印加時間pwd1と印加時間pwh2の加算値を、キャピティ51の固有振動周期Tcに合わせたことにより、記録ヘッド8毎に固有振動周期Tcがばらついたとしても、その固有振動周期Tcに最適な駆動信号を与えることができ、メニスカスの振動を効果的に抑えることができる。さらに、印加時間pwd1を圧電振動子40の固有振動周期Taに合わせて補正することにより、固有振動周期Taがばらついたとしても圧電振動子40の伸縮制御を確実に行うことができる。

【0098】従って、従来、不良品として扱われていた記録ヘッド8であっても良品として製品に搭載することができるようになり、記録ヘッド8の歩留まりを一層向上させることができ、記録ヘッド8のコストダウン、ひいては、プリンタのコストダウンを図ることができる。

【0099】なお、以上は、吐出要素18の印加時間pwd1と第2ホールド要素19の印加時間pwh2の設定について説明したが、他の項目、即ち、駆動信号における駆動電圧VHN、制振要素20の印加時間pwc2、収縮電位から中間電位までの電位差VcNについても、同様にして補正することができる。

【0100】例えば、制振要素20の印加時間pwc2については、吐出要素18の印加時間pwd1と同様にID番号（収縮保持時間識別情報）を設定し、印加時間pwc2を圧電振動子40の固有振動周期Taに合わせるようにする。そして、制振要素20の印加時間pwc2を固有振動周期Taに合わせることで、記録ヘッド8毎に固有振動周期Taがばらついたとしても、メニスカスの制振時における圧電振動子40の伸縮制御を確実に行うことができる。これにより、良品として製品に搭載可能な記録ヘッド8の許容範囲を広げることができ、記録ヘッド8の歩留まりを一層向上させることができる。

【0101】駆動電圧VHNについては、基準温度（例えば25℃）において、駆動電圧VHNを変えながら駆動信号（第1パルス21A、第2パルス21B、第3パルス21C）を圧電振動子40に印加し、この駆動信号の印加によって吐出したインク滴の重量を実測する。そして、実測したインク滴量が基準となるインク滴量（例えば40ng）に一致した電圧値を、ID番号（駆動電圧識別情報）によって設定する。

【0102】このように、駆動電圧VHNを変更できるように構成することにより、記録ヘッド8毎にばらつくインク滴の量を一定に揃えることができる。

【0103】収縮電位から中間電位までの電位差VcNは、本実施形態では、駆動電圧VHNに基づき、この駆動電圧VHNの所定割合の電圧値を電位差VcNとするように構成してある。従って、この電位差VcNの情報

10

20

30

40

50

(制振電圧情報)は、駆動電圧VHNに対する割合としてある。例えば、理論値を駆動電圧の25% (即ち、 $V_{cN} = 「25」$ ) に設定しておき、この「25」にID番号「0」を付与する。そして、この駆動電圧VHNに対する割合を、例えば、15%から50%まで変更できるように1%ステップでROM11に記憶しておき、各割合に対応させて異なるID番号を付与しておく。

【0104】そして、電位差 $V_{cN}$ を変えながらインク滴を吐出させ、インク吐出後のインクメニスカスの残留振動を観察することによって、メニスカスの制振状態を観察する。そして、最も制振効果のある電位差 $V_{cN}$ 、即ち、制振効果の高い電位差 $V_{cN}$ のID番号(制振電圧識別情報)を、EEPROM12に記憶する。

【0105】このように、収縮電位から中間電位までの電位差 $V_{cN}$ (制振要素20の印加開始電位から印加終了電位までの電位差)をメニスカスの振動の減衰に応じて変更できるようにすると、制振要素20の印加に伴うキャピティ51の膨張の度合いを調整することができる。即ち、電位差 $V_{cN}$ を、基準の電位差 $V_{cN}$ よりも大きくすることによりキャピティ51の膨張度合いを基準の膨張率よりも大きくすることができ、電位差 $V_{cN}$ を基準の電位差 $V_{cN}$ よりも小さくするとキャピティ51の膨張度合いを基準の膨張率よりも小さくすることができる。

【0106】従って、インク滴の吐出直後において、メニスカスが基準の記録ヘッド8よりも大きく振動する記録ヘッド8に対しては電位差 $V_{cN}$ を基準の電位差 $V_{cN}$ よりも大きく設定してキャピティ51の膨張率を増やし、反対に、メニスカスの振動が基準の記録ヘッド8よりも小さい記録ヘッド8に対しては電位差 $V_{cN}$ を基準の電位差 $V_{cN}$ よりも小さく設定してキャピティ51の膨張率を少なくすることにより、各記録ヘッド8のメニスカスの振動状態を揃えることができる。

【0107】これにより、インク滴の吐出直後にメニスカスが大きく振動するような特性を有した記録ヘッド8であってもメニスカスの振動を短時間で抑制できる。したがって、このような記録ヘッド8であっても次の駆動パルス(例えば、第2パルス21B)に基づく吐出動作を安定して行わせることができ、良品として製品に搭載可能な記録ヘッド8の許容範囲をさらに広げることができる。

【0108】このように本実施形態のプリンタでは、記録ヘッド8に印加する駆動信号(COM)に関し、駆動電圧VHN、吐出要素18の印加時間 $p_{wd1}$ 、第2ホールド要素19の印加時間 $p_{wh2}$ 、制振要素20の印加時間 $p_{wc2}$ 、収縮電位から中間電位までの電位差 $V_{cN}$ の各項目を変更可能に構成してあるので、記録ヘッド8毎にばらつくインク滴の吐出特性を補正することができ、一定の特性に揃えることができる。

【0109】そして、この吐出要素18の印加時間 $p_w$

$d1$ 、第2ホールド要素19の印加時間 $p_{wh2}$ 、制振要素20の印加時間 $p_{wc2}$ 、収縮電位から中間電位までの電位差 $V_{cN}$ についても変更可能に構成してあるので、従来の駆動電圧VHNのみによる補正では、不良品として扱われていた記録ヘッド8も良品として製品に搭載することができるようになり、記録ヘッド8の歩留まりを一層向上させることができる。

【0110】このため、記録ヘッド8のコストダウン、ひいては、プリンタのコストダウンを図ることができる。

【0111】さらに、本実施形態では、駆動電圧VHN、吐出要素18の印加時間 $p_{wd1}$ 、第2ホールド要素19の印加時間 $p_{wh2}$ 、制振要素20の印加時間 $p_{wc2}$ 、収縮電位から中間電位までの電位差 $V_{cN}$ の各項目に関し、複数の値(情報)をID番号に対応させてROM11に記憶しており、EEPROM12に設定した記録ヘッド毎8のID番号に基づいて、その記録ヘッド8に適した値を選択するように構成してあるので、プリンタの出荷調整時にID番号をEEPROM12に記憶させるだけで最適な駆動信号を圧電振動子40に印加させることができる。このため、各記録ヘッド8毎の補正作業を容易に行わせることができる。

【0112】以上に記載した駆動信号はパルス幅変調を用いた方法で生成したものを適用してもよいし、特許第2940542号に記載のプログラム可能な駆動信号生成方法を適用してもよい。また、駆動信号生成方法はこれらに限定されるものではない。

【0113】なお、本実施形態では、アクチュエータ装置としてインクジェット式記録装置の実施形態に関して述べたが、本発明は以上の実施形態に限定されるものではない。たとえばアクチュエータ装置を構成するエネルギー発生部の固有周期のある駆動信号要素の一部として割り当てた駆動信号をプログラマブルに形成し、その駆動信号を用いてアクチュエータを駆動させることでアクチュエータを好適に駆動させることができる。またアクチュエータの固有周期にばらつきが存在しても、本発明による駆動信号を適用させることにより本来規格外となりうるアクチュエータも実用可能なアクチュエータ装置として用いることができ、その結果アクチュエータ装置の歩留まりを向上させることができる。本願発明が適用可能なアクチュエータの例としては、圧電ファン、VTRヘッド、超音波モーター、インパクトプリンタヘッド、等が考えられる。詳細は例えば学献社「圧電セラミックスの応用」に記載されているのでここでは詳細な記述は割愛する。

【0114】以上の説明ではアクチュエータ駆動に支配的な固有周期について述べたが、本願発明はこれに限定されるものではなく、支配的な固有周期を生じる固有振動数の整数分の一および整数倍(サブハーモニクスおよびハーモニクス)に駆動信号の各要素または要素群を設

定しても、同様の効果が得られることは明らかである。

【0115】上記開示した発明において、コンピュータシステムに前記各要素を含む駆動信号を生成させるためのプログラムを記録したコンピュータ読みとり可能な記録媒体も本件の保護対象となる。

【0116】さらに、前記各要素が、コンピュータシステム上で動作するOS等のプログラムによって実現される場合、当該OS等のプログラムを制御する各種命令を含むプログラムを記録した記録媒体も本件の保護対象となる。

【0117】本実施例では圧電振動子40を、振動子の伸縮方向とは直交する方向に圧電体42及び内部電極43、44を積層したいわゆる縦振動モードの櫛歯状振動子によって構成したものを例示したが、本発明はこれに限定されず、振動子の伸縮方向に圧電体42及び内部電極43、44を積層したいわゆる横振動モードの圧電振動子40にも適用することができる。

【0118】

【発明の効果】以上説明したように本発明は以下の効果を奏する。

【0119】本発明は、各種の駆動信号を用いるアクチュエータを好適な駆動信号で駆動できるアクチュエータ装置を提供できる。

【0120】また、アクチュエータ装置の特性にばらつきがある場合でも柔軟に駆動信号を設定することができる柔軟性の高いアクチュエータ装置を提供することができる。

【0121】また、各種アクチュエータ装置の製造の歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はインクジェット式プリンタの構成を説明するブロック図、(b)は駆動信号発生回路のブロック図である。

【図2】インクジェット式プリンタの内部機構を説明する斜視図である。

【図3】記録ヘッドの構造を説明する断面図である。

【図4】記録ヘッドにおける振動系を説明するための等価回路である。

【図5】記録ヘッドの等価回路であり、(a)は圧電振動子系の等価回路、(b)はキャビティ内のインクに関わる等価回路、(c)はノズル開口部のメニスカスに関わる等価回路である。

【図6】記録ヘッドにおける電氣的構成を説明するブロック図である。

【図7】記録ヘッドにおける駆動信号を説明する図である。

【図8】記録ヘッドにおける駆動信号を説明する図である。

【図9】波形パターン情報の一部を説明する図であり、(a)は吐出要素の印加時間と対応するID番号を説明

する図、(b)は第2ホールド要素の印加時間と対応するID番号を説明する図である。

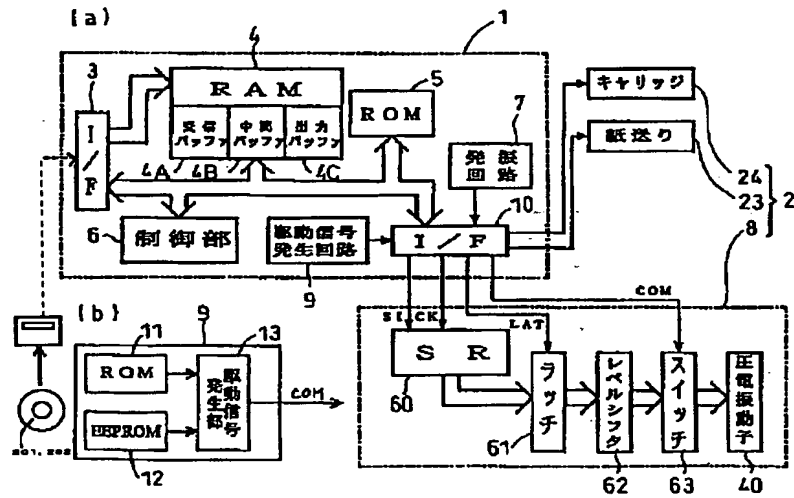
【符号の説明】

- |    |                 |
|----|-----------------|
| 1  | プリンタコントローラ      |
| 2  | プリントエンジン        |
| 3  | 外部インターフェース      |
| 4  | RAM             |
| 5  | 制御ROM           |
| 6  | 制御部             |
| 7  | 発振回路            |
| 8  | 記録ヘッド           |
| 9  | 駆動信号発生回路        |
| 10 | 内部インターフェース      |
| 11 | 駆動信号発生回路のROM    |
| 12 | 駆動信号発生回路のEEPROM |
| 13 | 駆動信号発生部         |
| 16 | 膨張要素            |
| 17 | 第1ホールド要素        |
| 18 | 吐出要素            |
| 19 | 第2ホールド要素        |
| 20 | 制振要素            |
| 21 | パルス信号           |
| 23 | 紙送り機構           |
| 24 | キャリッジ機構         |
| 25 | 紙送りモータ          |
| 26 | 紙送りローラ          |
| 27 | 記録紙             |
| 29 | インクカートリッジ       |
| 30 | ガイド部材           |
| 31 | キャリッジ           |
| 32 | 駆動プーリ           |
| 33 | 従動プーリ           |
| 34 | タイミングベルト        |
| 35 | パルスモータ          |
| 38 | ケース             |
| 39 | 収納室             |
| 40 | 圧電振動子           |
| 41 | 流路ユニット          |
| 42 | 圧電体             |
| 43 | 共通内部電極          |
| 44 | 個別内部電極          |
| 45 | 固定部材            |
| 47 | 流路形成板           |
| 48 | ノズルプレート         |
| 49 | 弾性板             |
| 50 | ノズル開口部          |
| 51 | キャビティ           |
| 52 | インク供給部          |
| 53 | 共通インク室          |
| 54 | インク供給管          |

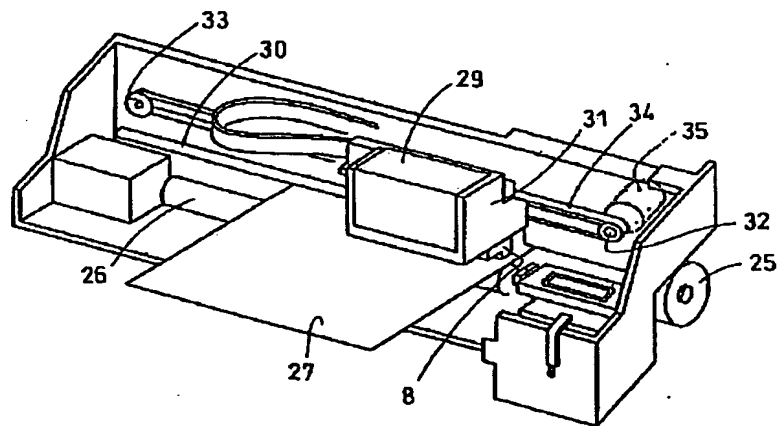
- 55 ステンレス板
- 56 弾性体膜
- 57 アイランド部
- 60 シフトレジスタ
- 61 ラッチ回路

- 62 レベルシフタ
- 63 スイッチ
- 201 記録媒体
- 202 読みとり装置

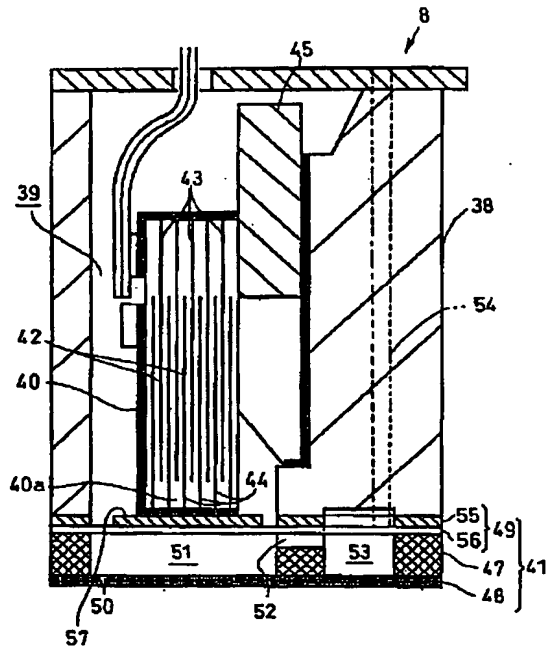
【図1】



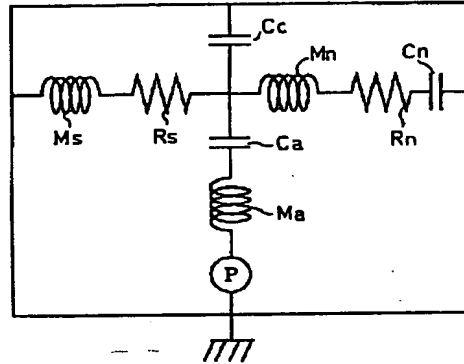
【図2】



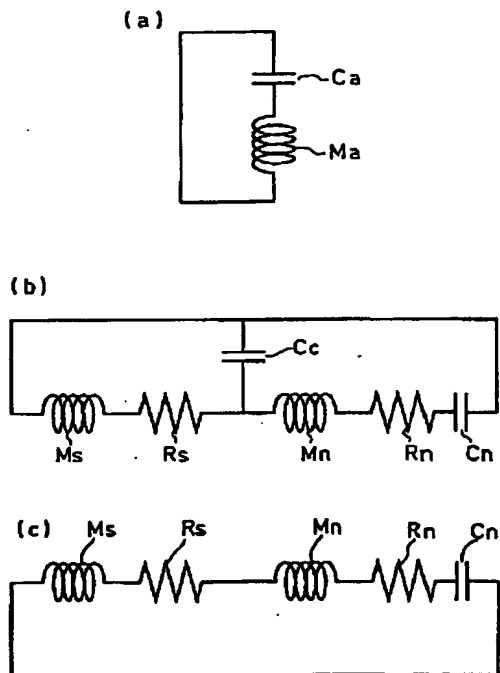
【図3】



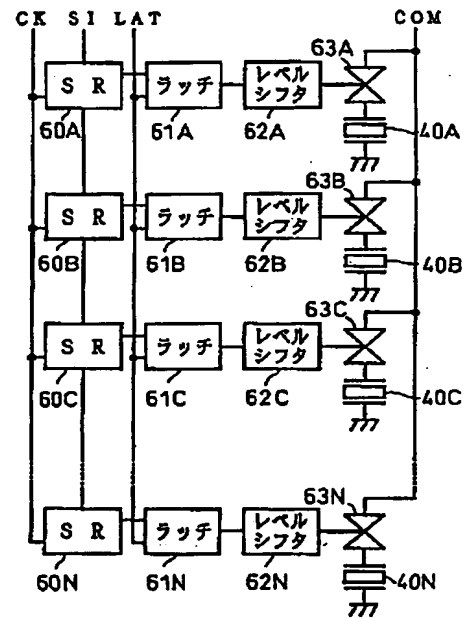
【図4】



【図5】

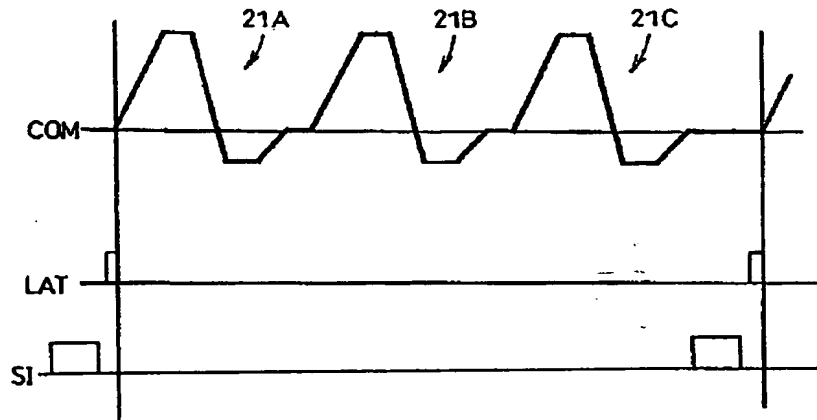


【図6】

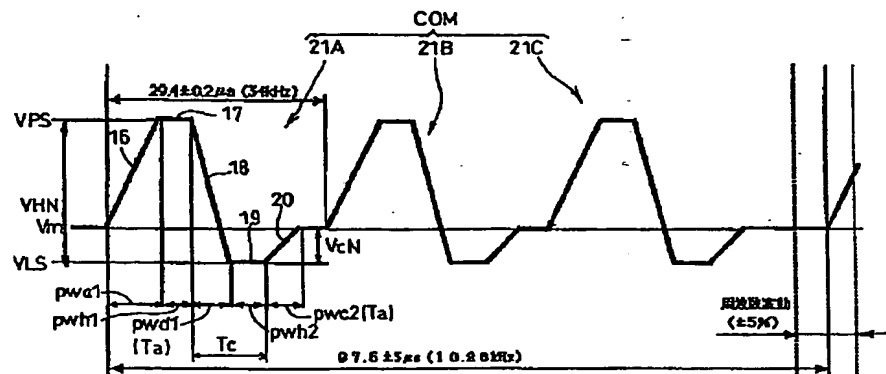




【図7】



【図8】



【図9】

(a)

ID値	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
pwd	4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5

(b)

ID値	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
pwh2	4.5	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1
ID値	C	D	E	F	10							
pwh2	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1							

フロントページの続き

(72)発明者 中村 雄一  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2C056 EA01 EB59 EC07 EC28 EC42  
FA04  
2C057 AF07 AF30 AG47 AL12 AM21  
AM22 AN10 BA03 BA14